

# ÜBER DIE WANDERUNGSGESCHWINDIGKEIT LÜCKENBENACHBARTER ZÄHNE

Untersucht am Beispiel der Sechsjahrmolarenextraktion

von

Rudolf Prösl

aus

Kaltenbrunn / Opf.





Digitized by the Internet Archive  
in 2026



Aus der Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie  
der Universität Erlangen-Nürnberg  
Direktor: Prof. Dr. A. Kröncke

---

# **ÜBER DIE WANDERUNGSGESCHWINDIGKEIT LÜCKENBENACHBARTER ZÄHNE**

**Untersucht am Beispiel der Sechsjahrmolarenextraktion**

**Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung der Doktorwürde  
dem Fachbereich Medizin  
der Friedrich-Alexander-Universität  
Erlangen-Nürnberg**

**vorgelegt  
von**

**Rudolf Präsl**

**aus**

**Kaltenbrunn / Opf.**

Gedruckt mit Erlaubnis des Fachbereichs Medizin  
der Universität Erlangen-Nürnberg



Dekan: Prof. Dr. E. Rügheimer  
Referent: Prof. Dr. A. Kröncke

Tag der mündlichen Prüfung: 8. Dez. 1977

Meinen Eltern in Dankbarkeit  
gewidmet



## INHALTSÜBERSICHT

|                                | Seite |
|--------------------------------|-------|
| I. EINLEITUNG                  | 1     |
| II. LITERATURÜBERSICHT         | 2     |
| III. EIGENE UNTERSUCHUNGEN     | 4     |
| <u>A) Meßmethode</u>           | 4     |
| 1. Problemstellung             | 4     |
| 2. Mathematische Bearbeitung   | 5     |
| <u>B) Untersuchungsgut</u>     | 7     |
| <u>C) Praktisches Vorgehen</u> | 10    |
| <u>D) Prüfung der Methode</u>  | 11    |
| 1. Meß- und Beobachtungsfehler | 11    |
| 2. Fehlerfortpflanzung         | 12    |
| 3. Sonstige Fehlerquellen      | 13    |
| IV. ERGEBNISSE                 | 14    |
| V. DISKUSSION                  | 21    |
| VI. ZUSAMMENFASSUNG            | 27    |
| VII. SCHRIFTTUM                | 29    |



## I. EINLEITUNG

Nach Unterbrechung einer geschlossenen Zahnreihe durch Extraktion ist die Statik des Kauorgans gestört. FRÖHLICH vergleicht deshalb die Extraktion eines Zahnes mit der Entfernung eines Quaders aus einem festgefügtten Gewölbe. Abhängig von der Festigkeit der verbleibenden Pfeiler und von der Größe der Belastung kann sich dieses Gewölbe als beständig erweisen, ein neues statisches Gleichgewicht ausbilden oder völlig zusammenbrechen.

Enden die einer Extraktion folgenden Anpassungsvorgänge mit der Konsolidierung zu einem neuen stabilen Gleichgewicht, so bezeichnet man diese Reaktion der Gewebe als "parodontale Resistenz". Gelingt die Konsolidierung nicht, spricht man von "parodontaler Insuffizienz" (FRÖHLICH 1959).

Eines der klinisch erfassbaren Zeichen, die diese Unterscheidung ermöglichen, ist die Tendenz zur Wanderung bzw. Kippung von Zähnen im Lückengebiß, im besten Fall das Ausbleiben solcher Veränderungen.

Zweck dieser Untersuchung ist, die Geschwindigkeit und Zeitabhängigkeit solcher Kipp-Wanderbewegungen zu messen und festzustellen, ob Zusammenhänge mit der individuellen Reaktionslage des Parodontiums bestehen.

Da es hierfür keine Meßmethoden gibt, ist es notwendig, eine Methode zu erarbeiten, mit der die naturgemäß geringen Bewegungen genügend exakt und reproduzierbar erfaßt werden können.

## II. LITERATURÜBERSICHT

Mit den Bewegungen lückenbenachbarter Zähne befaßt sich vor allem die kieferorthopädische Literatur.

BAUME(1939) beschäftigt sich mit der Wanderung der Nachbarzähne zum einen nach Extradaktion des 1. Molaren, in einer weiteren Arbeit mit der Wanderung nach Extradaktion von Prämolaren (1940). Seine Untersuchungen berücksichtigen Kinder im Alter zwischen zehn und vierzehn Jahren. Die Ergebnisse weisen die Größe des Lückenschlusses und die der Restlücke aus.

Ähnliche Untersuchungen führten GOTH und GREVE (1965) an Sieben- bis Zehnjährigen durch. Sie bestätigen den Schluß BAUMES, daß mit zunehmendem Alter der Lückenschluß immer mehr von distal erfolgt.

PFFYFFER (1951) beobachtet an Rekruten, daß nach Entfernung des 1. Molaren der Parodontalspalt des 2. Molaren auffällig verbreitert ist; außerdem die Ausbildung einer Knochentasche und von Resorptionserscheinungen in vertikaler Richtung. Diese Erscheinungen erweisen sich dem Grad der Kippung des 2. Molaren proportional.

Mit den Früh- und Spätfolgen von Spätextractionen - gemeint ist damit die Extradaktion nach beendigtem Durchbruch des 2. Molaren - beschäftigt sich EICHNER (1966); dabei stützt er sich u.a. auf die Arbeiten von RATEITSCHAK (1955) und HEIDELBACH. Als Frühfolgen werden gewisse, aber doch nur geringe Veränderungen beobachtet: "Es scheint sich zunächst ein funktionelles Gleichgewicht einzustellen. Geklärt werden müßte, ob oder für wie lange Zeit dieses bestehen bleibt." Die Spätfolgen sieht er im Zusammenbruch des funktionellen Gleichgewichts mit dem Auftreten möglicher schwerwiegender Veränderungen binnen kurzer Zeit. Den Zeitpunkt dazu sieht

er etwa fünfzehn Jahre nach Extraktion für gekommen.  
EICHNER (1959) betont ebenfalls die Konsequenzen für die prothetische Versorgung und fordert "eine Lückenversorgung so früh wie möglich ..., spätestens am Anfang des dritten Lebensjahrzehnts, um Spätfolgen zu vermeiden."

Diese strikte Forderung schränkt FRÖHLICH (1959) ein, indem er die unbedingte Notwendigkeit der Lückenabstützung von einem entsprechenden Verhalten des Zahnhalteapparates abhängig macht. Eindrucksvoll zeigt er die Unterschiede im Verhalten des resistenten und des insuffizienten Parodontiums auf (7). Histologisch und röntgenologisch ist die Reaktionsweise des Parodontiums verfolgbare.

Die funktionellen Anpassungsvorgänge in einem primär resistenten Gebiß können, ausgelöst durch innere Faktoren und von im Lückengebiß selbst begründeten Faktoren, umschlagen und zu Insuffizienzerscheinungen führen. "Im Falle einer solchen Gleichgewichtsänderung bleibt häufig die Frage offen, ob die Beanspruchung der Gewebe größer geworden und ihre Leistungsfähigkeit gleich geblieben ist oder ob sich an den äußeren Verhältnissen nichts geändert, dagegen aus internen Gründen die Reizbeantwortung sich verändert hat" (8).

Auch MÜHLEMANN u. RATEITSCHAK (18) machen die Größe der Zahnbeweglichkeit u.a. von qualitativen Gewebeeigenschaften abhängig.

Hier soll nun untersucht werden, ob die initiale Bewegung der Lückennachbarn nach einer Extraktion Rückschlüsse auf die primäre Leistungsfähigkeit der Gewebe - parodontale Resistenz oder Insuffizienz - zuläßt und mit welchen Größen dabei zu rechnen ist.

### III. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

#### A) Meßmethode

##### 1. Problemstellung

Nach Extraktion eines Zahnes ist in vielen Fällen eine mehr oder minder deutliche Bewegung der lückenbenachbarten Zähne zu beobachten. Zu messen ist die Größe und die Geschwindigkeit solcher Bewegungen.

BIMLER (1958) untersucht mit Hilfe von Fernröntgenaufnahmen die Zahnwanderung während der Gebißentwicklung, indem er Einzelphasen der Bewegung superponiert und dann gemeinsam zur Darstellung bringt.

Dieses Verfahren scheint für die hier durchzuführenden Messungen nicht exakt genug, da relativ geringe Bewegungen zu erwarten sind. Überdies kommt dabei nur die Projektion einer Bewegung auf eine Ebene - die Filmebene - zur Darstellung.

Ähnliche Überlegungen ließen auch von den in der Kieferorthopädie gebräuchlichen Meßinstrumenten - Korkhaus-Besteck/Symmetrograph nach Beerendonk - absehen.

SZIRMAK (1972) mißt die Veränderung des okklusalen Abstandes von Antagonisten nach Kronenstumpfpräparation mit Hilfe von Kerr-Bissen, deren Dicke mit einem Schraubenmikrometer überprüft wird. Der absolute Meßbereich eines solchen Mikrometers ist jedoch für unsere Untersuchungen zu klein.

Szirmáks Arbeit war im übrigen Anregung für uns, die Zahnwanderung nach Extraktion zu untersuchen.

Dazu war ein Meßverfahren nötig, das die Ortsveränderungen lückenbenachbarter Zähne genügend exakt darstellen läßt.

## 2. Mathematische Bearbeitung

Die Ortsveränderung eines Punktes läßt sich exakt beschreiben, wenn es gelingt, ein Bezugssystem zu finden, in das dieser Punkt eindeutig eingeordnet werden kann.

Durch die Entfernung zu zwei - beliebig wählbaren - f i x e n Punkten ist jeder andere Punkt in der gleichen Ebene eindeutig festgelegt.

Überführt man Fixpunkte und variablen Punkt in ein karthesisches Koordinatensystem, so läßt sich die Beziehung der Punkte zueinander mathematisch einfach darstellen.

Auf unsere Problemstellung übertragen bedeutet das:

Mißt man von zwei voraussichtlich unbeweglichen Punkten in der Zahnreihe aus einen dritten, sich zeitabhängig bewegend, Punkt an, so läßt sich die Ortsveränderung dieses dritten Punktes aus den Entfernungen zu den Fixpunkten, die ja meßbar sind, beschreiben.

a) Umwandlung von Bipolarkoordinaten in karthesische Koordinaten:

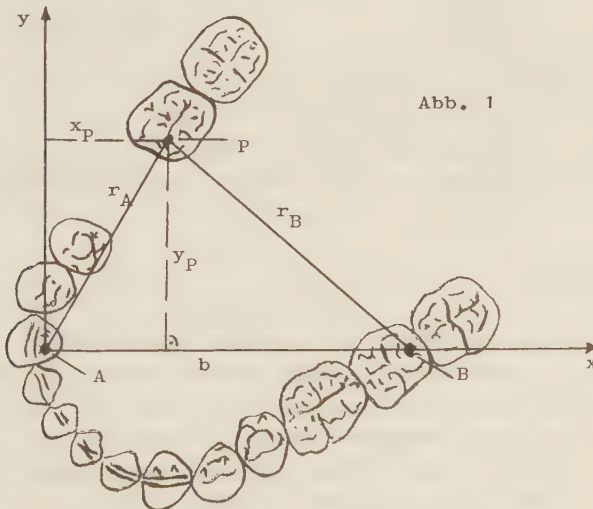


Abb. 1

$$(1) \quad x_P = (b^2 + r_A^2 - r_B^2) : 2b$$

$$(2) \quad y_P = \left\{ r_A^2 - [(b^2 + r_A^2 - r_B^2) : 2b]^2 \right\}^{1/2}$$

wobei A und B die Fixpunkte

P der veränderliche Punkt

b die Entfernung von A und B

$r_A$  und  $r_B$  die Entfernung von P zu A bzw. B

$x_P$  und  $y_P$  die karthesischen Koordinaten von P sind.

b) Punktverschiebungen ( = Ortsveränderung von P )

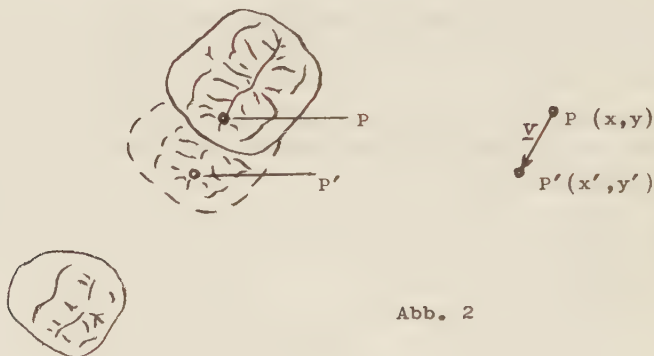


Abb. 2

$$(3) \quad \underline{y} = [ (x - x')^2 + (y - y')^2 ]^{1/2}$$

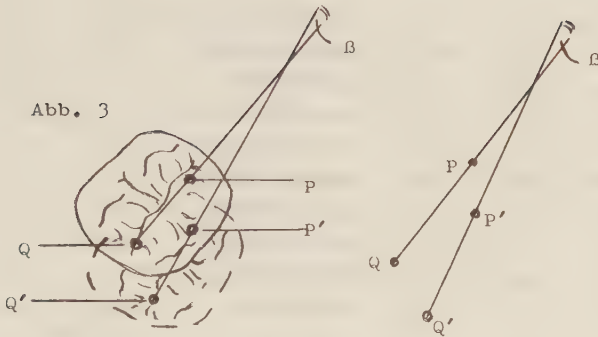
wobei  $\underline{y}$  die zurückgelegte Strecke von P

$x'$  und  $y'$  die Koordinaten von P nach einer Ortsveränderung sind.

c) Drehungen

Erweitert man den beweglichen Punkt zu einer beweglichen Strecke ( mittels eines zweiten Punktes, der diese Strecke zusammen mit dem ersten festlegt ), so kann man auch eine Aussage über eine eventuelle Drehung dieser Strecke ( für unseren Fall: der Achse eines Zahnes in mesio-distaler Richtung ) aus der ursprünglichen Richtung machen.

Abb. 3



$$(4) \quad \beta = \frac{180^\circ}{\pi} \arccos \left( \frac{(x_P - x_Q)(x_{P'} - x_{Q'}) + (y_P - y_Q)(y_{P'} - y_{Q'})}{(x_P - x_Q)^2 + (y_P - y_Q)^2} \right)$$

wobei Q der zweite veränderliche Punkt

$x_Q$  und  $y_Q$  die Koordinaten dieses Punktes vor,

$x_{Q'}$  und  $y_{Q'}$  die nach einer Ortsveränderung sind.

### B) Untersuchungsgut

Bei 49 Patienten konnte nach insgesamt 55 Extraktionen von unteren Sechsjahrmolaren das Verhalten der dann lückenbenachbarten Zähne untersucht werden:

| Name  | Geschl. | Alter | klinische Beurteilung |
|-------|---------|-------|-----------------------|
| B. H. | m.      | 17 J. | unauffällig; (8)      |
| B. I. | w.      | 18 J. | unauffällig           |
| K. I. | w.      | 20 J. | unauffällig; (8)      |
| H. C. | w.      | 21 J. | unauffällig; (8)      |

|         |    |       |                                |
|---------|----|-------|--------------------------------|
| E. R.   | w. | 24 J. | unauffällig; (8)               |
| G. W.   | m. | 24 J. | unauffällig                    |
| Y. E.   | w. | 26 J. | unauffällig                    |
| H. I.   | w. | 27 J. | unauffällig; (8)               |
| H. B.   | w. | 28 J. | unauffällig; (8)               |
| W. K.   | m. | 29 J. | unauffällig                    |
| A. I.   | w. | 36 J. | unauffällig                    |
| Z. U.   | w. | 37 J. | unauffällig                    |
| S. R.   | m. | 37 J. | unauffällig                    |
| L. H.   | m. | 11 J. | Gingivitis                     |
| G. R.   | m. | 12 J. | Gingivitis; (8) angelegt       |
| T. A.   | w. | 19 J. | Gingivitis                     |
| H. I.   | w. | 21 J. | Gingivitis; (8)                |
| R. H.   | w. | 22 J. | Gingivitis                     |
| K. H.   | w. | 24 J. | Gingivitis; schlechte Mundhyg. |
| S. I.   | w. | 24 J. | Gingivitis; (8)                |
| L. H.D. | m. | 26 J. | Gingivitis                     |
| L. G.   | m. | 28 J. | Gingivitis                     |
| L. Ch.  | w. | 28 J. | Gingivitis                     |
| D. K.   | m. | 28 J. | Gingivitis                     |
| E. H.   | w. | 28 J. | Gingivitis; Progenie; (8)      |
| B. Ch.  | w. | 29 J. | Gingivitis; ESG im OK; (8)     |
| A.      | m. | 30 J. | Gingivitis; starke Abrasionen  |
| K. L.   | w. | 31 J. | Gingivitis; (8)                |
| L.      | m. | 37 J. | Gingivitis; Abrasionen         |
| L. H.   | w. | 37 J. | Gingivitis                     |
| B. H.   | w. | 72 J. | Gingivitis; Abrasionen         |
| R. J.   | w. | 21 J. | P. marg. progr.                |
| R. S.   | w. | 22 J. | P. marg. progr.; (8)           |
| K. R.   | m. | 27 J. | P. marg. progr.                |
| S. W.   | m. | 27 J. | P. marg. progr.; (8)           |
| S. A.   | w. | 27 J. | P. marg. progr.; (8)           |
| F. I.   | w. | 29 J. | P. marg. progr.; (8)           |
| F. K.   | m. | 30 J. | P. marg. progr.                |
| P. G.   | w. | 32 J. | P. marg. progr.; Distalbiß     |

|       |    |       |                                    |
|-------|----|-------|------------------------------------|
| L. P. | w. | 33 J. | P. marg. progr.                    |
| M. H. | w. | 34 J. | P. marg. progr.                    |
| L. D. | m. | 34 J. | P. marg. progr.; (8)               |
| K. J. | w. | 36 J. | P. marg. progr.                    |
| J. H. | w. | 36 J. | P. marg. progr.                    |
| C.    | m. | 39 J. | P. marg. progr.; starke Abrasionen |
| S. K. | m. | 39 J. | P. marg. progr.                    |
| B. A. | w. | 39 J. | P. marg. progr.; tiefer Biß        |
| S. L. | w. | 43 J. | P. marg. progr.; tiefer Biß        |
| D. L. | w. | 46 J. | P. marg. progr.; (8)               |

(8) bedeutet, daß in dem Quadranten, in dem die Zahnwand-  
 rung untersucht wird, distal des 2. Molaren der Weisheits-  
 zahn vorhanden ist.

Dieses Kollektiv wurde nach dem klinischen Erscheinungsbild  
 des Parodontiums in drei Gruppen eingeteilt, um die Abhän-  
 gigkeit etwaiger Bewegungen vom Zustand des Parodontiums be-  
 urteilen zu können:

- 13 Patienten (13 Extraktionen) mit klinisch gesundem Parodont
- 18 Patienten (20 Extraktionen) mit Gingivitiden
- 18 Patienten (22 Extraktionen) mit Parodontitis marginalis  
 progressiva

### C) Praktisches Vorgehen

Bei allen Probanden wurde grundsätzlich zuerst ein Parodontalstatus erstellt, der die zur klinischen Diagnosestellung notwendigen Daten enthält. Besonderer Wert wurde dabei auf die Erkennung abnomaler Okklusions- und Artikulationskräfte gelegt (15). Besonders registriert wurde auch das Vorhandensein bzw. die Stellung der Serotini in der Zahnreihe.

Um die für die trigonometrische Auswertung erforderlichen Unterlagen zu erhalten, wurden mit einem Rosenbohrer der Größe 00 Marken in die Zahnreihe gebohrt. Die zur Anwendung der beschriebenen Methode günstigsten Positionen sind aus Abb. 1 und aus der noch folgenden Fehlerrechnung ersichtlich. Im Interesse der Patienten wurden jedoch nach Möglichkeit bestehende Füllungen oder kariöse Fissuren zum Bohren der Markierungen bevorzugt. Nach Abschluß der Markierungsarbeit erfolgte jeweils die Extraktion des Zahnes.

Die damit gegebene Ausgangssituation wurde mittels eines Korrekturabdruckes - bei unseren Untersuchungen verwendeten wir dazu Silaplast/Silasoft - festgehalten.

Die Probanden wurden dann über einen Zeitraum von ca. zwölf Wochen regelmäßig einbestellt, wobei jeweils ein weiterer Abdruck genommen wurde. Im Verlauf der Messungen zeigte sich, daß die Registrierung der Zahnbewegungen mit Hilfe der Abdrucknahme nach folgendem Zeitplan am sinnvollsten ist:

1. - 4. Woche wöchentlich,
- ab 4. Woche vierwöchentlich;

Die Abdrücke wurden mit Hartgips ausgegossen. Anhand der dadurch erhaltenen Modelle wurden dann die Messungen durchgeführt.

Die Ausmessung der Modelle wurde mit einer Schiebelehre mit Meßuhr vorgenommen; skaliert sind hierbei 1/20 mm, 1/100 mm sind interpolierbar. Die Meßspitzen der Schiebelehre wurden durch Rosenbohrer wiederum der Größe 00 ersetzt. Damit wurde ein bündiger Sitz des Instrumentes in den auf den Modellen wiedergegebenen Meßmarken erreicht. Jede einzelne Messung wurde dreimal durchgeführt, die Mittelwerte aus diesen Messungen tabelliert. Die Auswertung erfolgte mit Hilfe eines Computerprogrammes, das Herr Wolfgang Treu für diesen Zweck erstellte.

#### D) Prüfung der Methode

##### 1. Meß- und Beobachtungsfehler

(subjektiver und Instrumentenfehler)

Um die Meßgenauigkeit des Instrumentes und den Beobachtungsfehler beurteilen zu können, wurden 50 Messungen an einer vorgegebenen Strecke durchgeführt und die resultierenden Abweichungen miteinander verglichen.

Die Auswertung der Verteilungstafel für die Einzelwerte ergibt für den mittleren Fehler der Einzelmessung

$$\bar{\sigma} = 0.018 \text{ mm}$$

Für die dreimalige Messung jeder Strecke wird der mittlere Fehler des Mittelwertes aus diesen drei Messungen

$$\bar{\sigma}_M = 0.0104 \text{ mm.}$$

Bei Annahme einer 3 $\bar{\sigma}$  - Schranke sind folglich Werte, die sich um 0.031 mm unterscheiden, mit 99,73 %iger Wahrscheinlichkeit signifikant unterschiedlich.

## 2. Fehlerfortpflanzung bei der mathematischen Bearbeitung

Alle Meßgrößen seien bekannt. Der absolute Fehler  $F$  der Einzelmessung ist durch die  $3\sigma$ -Schranke festgelegt:

$$-3\sigma \leq F \leq 3\sigma.$$

Damit erfolgt die Fehlerrechnung für  $x_P$  und  $y_P$ :

$$(5) \quad Dx_P = \left( 1 + \frac{2r_A}{2b} + \frac{2r_B}{2b} + \frac{b^2 + r_A^2 - r_B^2}{b^2} \right) F$$

$$(6) \quad Dy_P = (x_P Dx_P + r_A F) / (r_A^2 - x_P^2)^{1/2}$$

Daraus ist ersichtlich, daß der absolute Fehler umso kleiner bleibt, je größer der Wert von  $b$  als der Entfernung der zwei Fixpunkte zueinander ist. Zum anderen wird der Fehler kleiner, wenn die Entfernungen zum anzumessenden Punkt kleiner werden.

Für die Punktverschiebung gilt:

$$(7) \quad Dy = \left[ |x - x'| (Dx + Dx') + |y - y'| (Dy + Dy') \right] / \left[ (x - x')^2 + (y - y')^2 \right]^{1/2}$$

Bei der Berechnung von Drehungen ergibt sich der absolute Fehler

$$(8) \quad D\beta = \frac{180^\circ}{\pi} \left| - \frac{1}{(1 - \arg^2)^{1/2}} \cdot \frac{(Dx_P + Dx_Q) |x_P - x_Q| + (Dy_P + Dy_Q) |y_P - y_Q| + (Dx_P - Dx_Q) |x_P - x_Q| + (Dy_P - Dy_Q) |y_P - y_Q|}{(x_P - x_Q)^2 + (y_P - y_Q)^2} \right|$$

### 3. Sonstige Fehlerquellen

Durch zu große Krafteinwirkung bei der Abdrucknahme können Zähne im Bereich ihrer physiologischen Beweglichkeit aus ihrer Ruhelage ausgelenkt werden.

Bei Messungen unmittelbar nach Extraktion können Verfälschungen der wahren Entfernungen durch Traumatisierung der Zahnreihe bei der Extraktion auftreten.

Bei unseren Messungen können nur reine Translationsbewegungen von Punkten auf der Okklusalfäche des anzumessenden Zahnes erfaßt werden. Ist die Bewegung dieses Zahnes aber eine Kombination aus Translation und Rotation oder sogar eine reine Rotationsbewegung, so ergibt sich zusätzlich eine Abweichung von maximal 2 % vom meßbaren Wert.

## IV. ERGEBNISSE

Die verwendete Methode erlaubt grundsätzlich eine Aussage über Translationsbewegungen von Zähnen. Für die hier untersuchten Fälle der Zahnbewegungen nach Extraktion unterer Sechsjahrmolaren sind dies speziell:

- (a) Distalbewegung des 2. Prämolaren
- (b) Mesialbewegung des 2. Molaren
- (c) Drehung des 2. Molaren
- (d) Abstandsänderung zwischen 2. Prämolaren und 2. Molaren  
= Lückenverkleinerung

Eine Bewegung des 2. Prämolaren konnte im Beobachtungszeitraum von maximal 16 Wochen nicht festgestellt werden.

Auch eine Drehung des 2. Molaren konnte in keinem Fall gesichert nachgewiesen werden.

Es stellten sich ausschliesslich Lückenverkleinerungen durch Mesialwanderung des 2. Molaren dar.

Stellt man die Abstandsverringering der lückenbenachbarten Zähne bei allen untersuchten Fällen in Abhängigkeit von der Zeit graphisch dar, so ergeben sich drei deutlich voneinander abgrenzbare Kurvenscharen, deren Verteilung und Grenzen aus Abb. 4 ersichtlich sind.

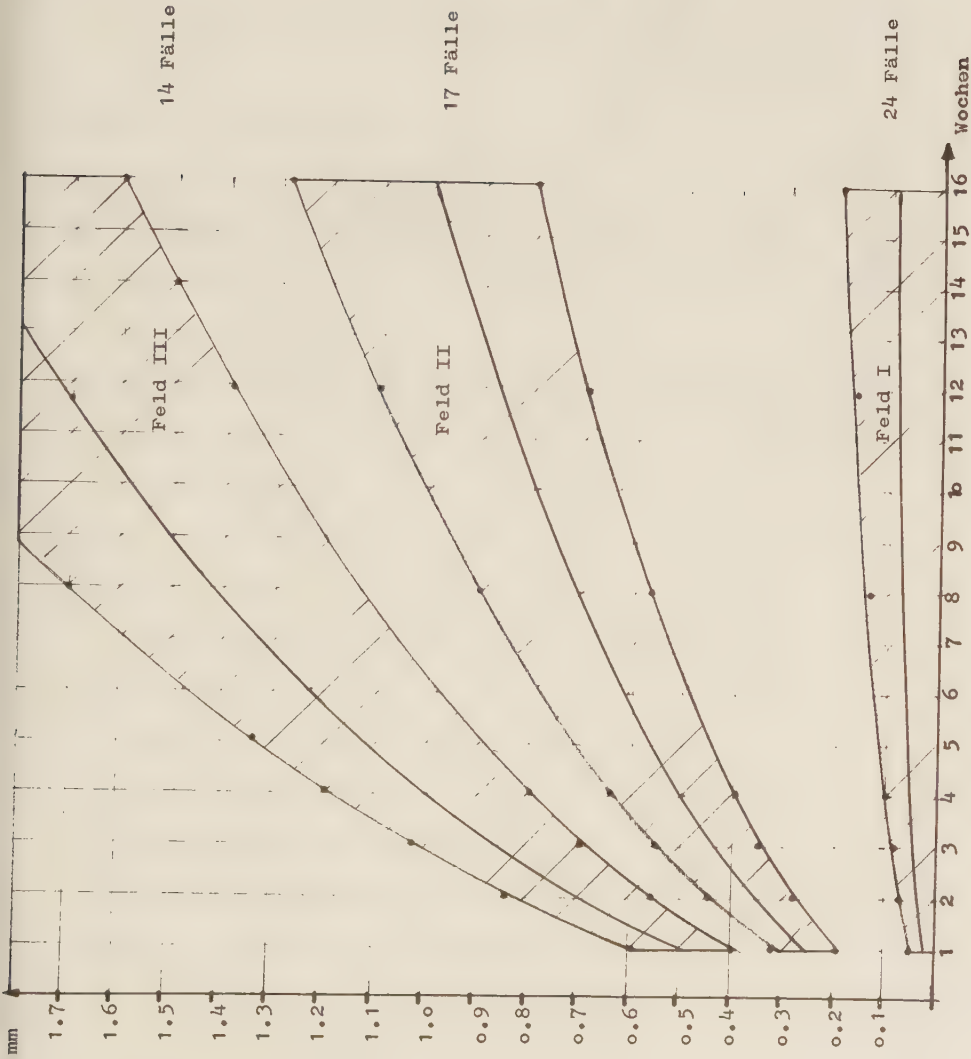


Abb. 4

Lückenverkleinerung  
in mm / Woche  
Mittelwerte und max.  
Streuung der 3 Felder

In Feld I (24 Fälle) verkleinert sich die Lücke nach 1 Woche im Mittel um 0.02 mm, nach 4 Wochen um 0.04 mm, nach 8 Wochen um ca. 0.06 mm, nach 12 Wochen um 0.07 mm.

In Feld II (17 Fälle) ist die Distanzverminderung wesentlich größer:

Nach 1 Woche beträgt der Mittelwert der Lückenverkleinerung 0.25 mm, nach 4 Wochen 0.50 mm, nach 8 Wochen ca. 0.70 mm, nach 12 Wochen 0.85 mm.

In Feld III (14 Fälle) läuft die Lückenverkleinerung am schnellsten ab:

Nach 1 Woche schon verringert sich die Distanz der Lückennachbarn zueinander um 0.50 mm, nach 4 Wochen um 1.00 mm, nach 8 Wochen um 1.40 mm. Nach 12 Wochen beträgt die Lückenverkleinerung bereits 1.73 mm.

Deutlich haben alle Kurven exponentiellen Verlauf, d.h. die Geschwindigkeit ist anfangs groß und wird ständig immer kleiner (s.a. Abb. 5).

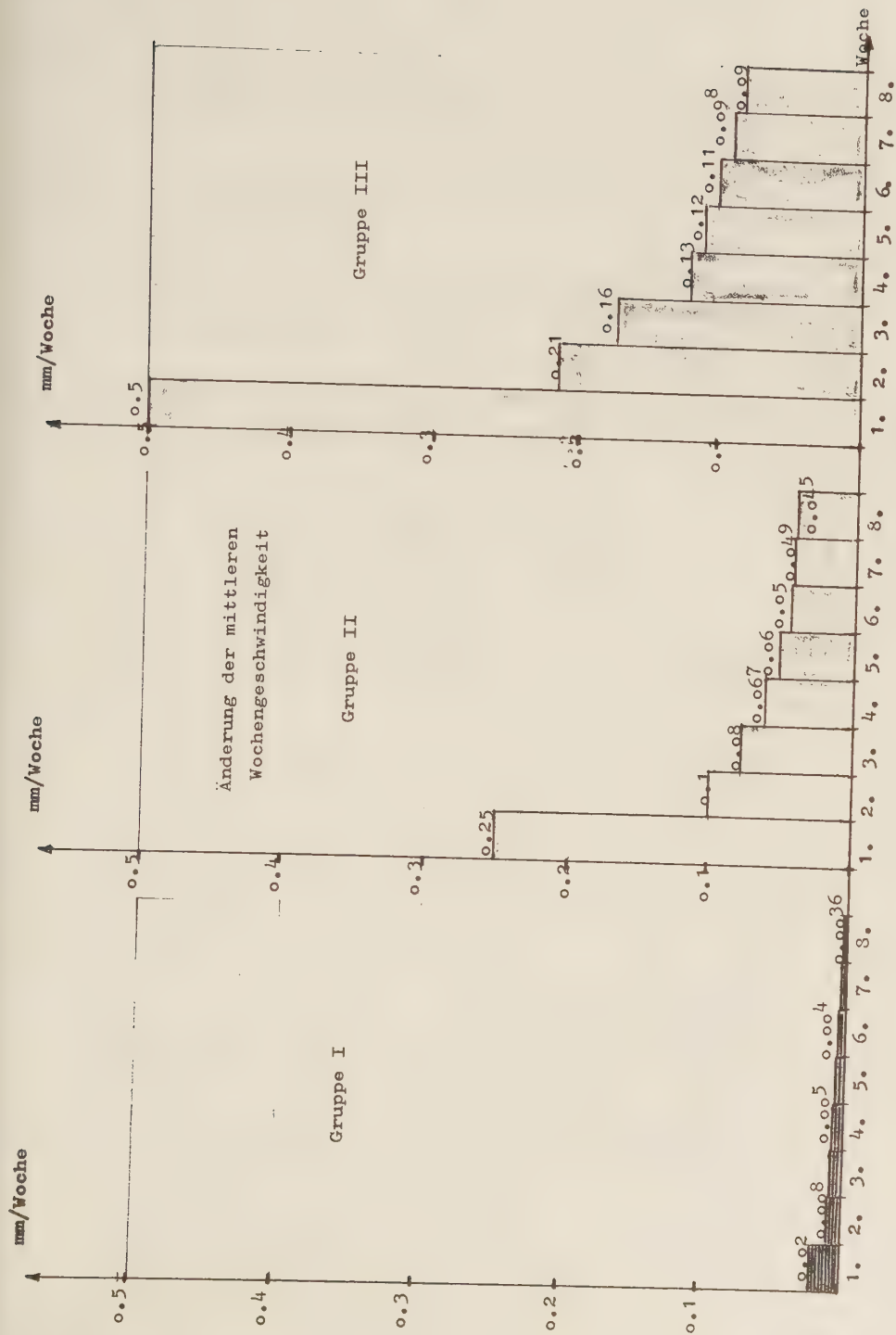


Abb. 5

Mathematisch lassen sich alle entstandenen Kurven in recht guter Näherung mit der Formel

$$y = \frac{a}{100} \sqrt{x}$$

beschreiben, wobei

y die Lückenverkleinerung in mm,

x die Zeit seit Extraktion in Wochen,

a eine Variable ist, die den Anstieg der Kurve bestimmt.

Für die Mittel- und Extremwerte der drei Kurvenscharen ergeben sich bei der Erfassung mit vorstehender Formel folgende Größen für den Faktor a:

Feld I      a = 2    (Grenzen 0 und 5)

Feld II     a = 25   (Grenzen 20 und 32)

Feld III    a = 50   (Grenzen 40 und 60)

Eine Nachprüfung dieser mathematischen Erfassung der Lückenverkleinerung konnte in 11 Fällen nach jeweils etwa 1/2, 1 und 1 1/2 Jahren durchgeführt werden. Die Werte betragen für

#### 5 Patienten mit klinisch gesundem Parodontium

|           |        | 1/2 J.  | 1 J.    | 1 1/2 J. |
|-----------|--------|---------|---------|----------|
| H. C. (8) | a = 24 | 1.20 mm | 1.65 mm | 2.10 mm  |
| B. I.     | a = 2  | 0.10 mm | 0.10 mm | 0.12 mm  |
| H. B.     | a = 0  | 0.00 mm | 0.00 mm | 0.05 mm  |
| H. I. (8) | a = 20 | 0.90 mm | 1.40 mm | 1.70 mm  |
| A. I.     | a = 1  | 0.10 mm | 0.08 mm | 0.08 mm  |

#### 2 Patienten mit Gingivitis

|           |        | 1/2 J.  | 1 J.    | 1 1/2 J. |
|-----------|--------|---------|---------|----------|
| H. I. (8) | a = 45 | 2.25 mm | 3.15 mm | 3.80 mm  |
| K. L. (8) | a = 20 | 1.10 mm | 1.45 mm | 1.80 mm  |

#### 3 Patienten mit Parodontitis marginalis progressiva

|       |        | 1/2 J.  | 1 J.    | 1 1/2 J. |
|-------|--------|---------|---------|----------|
| K. J. | a = 25 | 1.25 mm | 1.75 mm | 2.20 mm  |
| P. G. | a = 7  | 0.25 mm | 0.50 mm | 0.70 mm  |

|       |     |        |         |         |         |
|-------|-----|--------|---------|---------|---------|
| L. D. | (8) | a = 30 | 1.50 mm | 2.10 mm | 2.60 mm |
| " "   |     |        | 1.40 mm | 2.00 mm | 2.60 mm |

Damit ergab sich jeweils eine recht gute Übereinstimmung der am Modell erfaßten mit den rechnerisch zu ermittelnden Werten.

Welche Werte rein rechnerisch nach längerer Zeit zu erwarten sind, zeigt Tab. 1 für die Mittelwerte der drei Streufelder.

| nach Jahren | zu erwartender Wert für Faktor |        |        |
|-------------|--------------------------------|--------|--------|
|             | a = 2                          | a = 25 | a = 50 |
| 1/2         | 0.10                           | 1.25   | 2.50   |
| 1           | 0.14                           | 1.75   | 3.50   |
| 2           | 0.20                           | 2.50   | 5.00   |
| 3           | 0.26                           | 3.25   | 6.50   |
| 4           | 0.29                           | 3.70   | 7.40   |
| 5           | 0.32                           | 4.00   | 8.00   |
| 10          | 0.46                           | 5.75   | 11.50  |
| 20          | 0.64                           | 8.00   |        |
| 30          | 0.78                           |        |        |
| 50          | 1.00                           |        |        |

Tab. 1

Die Änderung der mittleren Geschwindigkeit in mm/Woche für die Mittelwerte der drei Streufelder ist aus Abb. 5 ersichtlich.

Gliedert man die Gesamtübersicht nach dem vorgegebenen Kriterium "klinisches Erscheinungsbild des Parodontiums" und berücksichtigt dabei die Besonderheiten der Zahnreihe, wie schon vorher beschrieben, so verteilen sich die untersuchten Fälle in den drei Gruppen wie aus Tab. 2 ersichtlich:

| <u>Klinisch unauffällig</u> |                                                  | <u>Gingivitis</u>                                            | <u>Parodontitis marg. progr.</u>                         |
|-----------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Streufeld I                 | 10 Fälle                                         | 11 Fälle                                                     | 3 Fälle                                                  |
| Besonderheiten              | 3 Fälle mit 3. Molaren<br>2 Fälle mit tiefem Biß | 2 Fälle mit 3. Molaren<br>2 Fälle mit Abrasions-<br>gebissen | 2 Fälle mit tiefem Biß<br>1 Fall extremer Distal-<br>biß |
| Streufeld II                | 3 Fälle                                          | 4 Fälle                                                      | 9 Fälle                                                  |
| Besonderheiten              | 3 Fälle mit 3. Molaren                           | 4 Fälle mit 3. Molaren                                       | 2 Fälle mit 3. Molaren                                   |
| Streufeld III               | kein Fall                                        | 5 Fälle                                                      | 10 Fälle                                                 |
| Besonderheiten              | ----                                             | 3 Kinder unter 13 Jah-<br>ren; 1 Fall Progenie               | 7 Fälle mit 3. Molaren                                   |

20

Tab. 2

Verteilung der Fälle auf die 3 Streufelder mit unterschiedlichem Kurvenanstieg bei Berücksichtigung von Besonderheiten

## V. DISKUSSION

"Eine starke Reaktion (auf marginale Reize) dürfte dafür sprechen, daß die Person für eine entzündliche Zahnbetterkrankung anfällig, d.h. parodontal insuffizient ist; keine oder schwache Reaktion dürfte dafür sprechen, daß die Person für eine entzündliche Zahnbetterkrankung nicht anfällig, d.h. parodontal resistent ist" (LIETZMANN, Diss. 1973).

"Die Entzündung beschränkt sich bei der Insuffizienz des Parodontiums, also bei einer Neigung zu entzündlichen Prozessen, nicht auf das Zahnfleisch, sondern schreitet fort. Es entsteht sehr bald eine progressive marginale Parodontitis" (FRÜHLICH/KÖRBER 1970).

Faßt man unter Berücksichtigung vorstehender Zitate die von uns unterschiedenen Gruppen von Patienten mit klinisch unauffälligen Parodontalbefunden und mit oberflächlichen Entzündungen zusammen zu vermutlich "parodontal resistenten Fällen" und stellt sie der Gruppe mit progressiven marginalen Parodontitiden als vermutlich "parodontal insuffizienten Fällen" gegenüber, so ergibt sich folgende Umverteilung des Kollektivs:

"Parodontal resistente Gruppe"

Von 33 Fällen weisen 21 eine nur sehr geringe oder gar keine Lückenverkleinerung auf. Dies entspricht der Feststellung FRÜHLICH'S (1970): "Sie (die Mesialwanderung bzw. Kippung des 2. Molaren nach Extraktion des 1. Molaren) ist jedoch sehr gering, weil der Knochen in der Lücke zu einem konstruktiven Umbau befähigt ist."

Die restlichen 12 Fälle verteilen sich auf 7 mit mittlerer Lückenschlußgeschwindigkeit und 5 mit hoher.

Die 7 Fälle mit mittlerer Lückenschlußgeschwindigkeit betreffen ausnahmslos Patienten, bei denen distal der 2. Molaren Weisheitszähne den Lückenschluß offensichtlich maßgeblich beeinflussen.

Die Tatsache, daß von den 5 Fällen mit hoher Lückenschlußgeschwindigkeit 3 Kinder sind, gibt der Erfahrung Recht, daß "im jugendlichen Gebiß Veränderungen schneller ablaufen" (EICHNER 1966). In den 2 noch verbleibenden Fällen kann trotz des klinischen Bildes nur angenommen werden, daß es sich hierbei um durch entsprechenden Aufwand bei der Zahnpflege kaschierte Fälle von parodontaler Insuffizienz handelt.

#### "Parodontal insuffiziente Gruppe"

Dieses Kollektiv umfaßt 22 Fälle; 10 davon mit hoher Lückenschlußgeschwindigkeit, wobei 7 mal Weisheitszähne vorhanden sind.

Bei den in die Kurvensteigungsgruppe II fallenden Probanden sind nur 2 mal Weisheitszähne vorhanden.

In 3 Fällen ist trotz des klinischen Bildes, das auf parodontale Insuffizienz hinweist, keine Bewegung nachweisbar. Hier dürfte es sich um in erster Linie funktionell bedingte Parodontitiden handeln; in Erwägung zu ziehen ist auch eine durch steile Höckerverzahnung (tiefer Biß!) verhinderte Bewegung des 2. Molaren.

Betrachtet man diese Ergebnisse, so zeigt sich, daß die Tendenz zur Lückenverkleinerung mit der Qualität des Zahnhalteapparates korelierbar ist, wobei das Vorhandensein von Weisheitszähnen diese Tendenz anscheinend verstärkt.

Nimmt man den Faktor  $a$  der Formel  $y = \frac{a}{100} \sqrt{x}$  als Maßzahl, die eine individuelle Bereitschaft der Gewebe zur Anpassung an neue funktionelle Gegebenheiten bzw. deren Versagen beschreibt, so dürfte er dem von Mühlemann (1955) angesprochenen "biologischen Faktor" (bone factor) entsprechen.

Parodontale Resistenz würde also bei unseren Untersuchungen die Fälle betreffen, deren Weg/Zeit - Diagramme mit dem Faktor  $a = 0 - 5$  ansteigen; parodontale Insuffizienz die Fälle, deren Kurvenanstieg durch den Faktor  $a = 20 - 30$  bestimmt ist.

Die Weisheitszähne als Einflußfaktoren lassen den 2. Molaren schneller nach mesial wandern, wobei sich der Faktor  $a$  in den oben unterschiedenen Fällen auf 20 - 30 für die parodontal resistenten, auf 40 - 60 für die insuffizienten erhöhen kann.

Von allen untersuchten Fällen lassen sich 37 (67 %) so einordnen. Für die Fälle, die mit dieser Einteilung nicht erfassbar sind, wird später noch ein theoretisches Modell entwickelt.

In 10 Fällen, die klinisch resistent erscheinen, gelingt die Einordnung auf Anhieb nicht. 3 davon betreffen Kinder, wobei wie vorher bereits erwähnt, das hier noch nicht abgeschlossene Kieferwachstum sicher den entscheidenden Impuls für höhere Wanderungsgeschwindigkeiten liefert.

In 5 Fällen ist trotz des Vorhandenseins von Weisheitszähnen keine Bewegung nachweisbar, was für extreme Resistenz sprechen könnte.

2 Fälle sind, wie vor erwähnt, wider die klinische Beurteilung offenbar insuffizient.

Von 22 klinisch insuffizient erscheinenden Fällen lassen sich 8 nicht ohne weiteres einordnen.

In 3 Fällen beträgt der Faktor für den Kurvenanstieg etwa  $a = 50$ , ohne daß 3. Molaren die Wanderung des 2. Molaren beschleunigen würden. Das deutet auf extrem schlechte Gewebsbeschaffenheit.

In 2 Fällen ist trotz des Vorhandenseins von Weisheitszähnen nur eine Bewegung mit dem Anstieg  $a = 25$  feststellbar, womit diese in die Gruppe der parodontal resistenten Fälle einzureihen wären.

In 3 Fällen ist trotz weit fortgeschrittener Parodontitis - wobei mehrere Zähne auf Zungendruck beweglich waren - keine Bewegung zu erkennen. Wie angedeutet, könnte das durch okklusale Besonderheiten beeinflusst sein.

Die Überlegung, warum der Lückenschluß in allen Fällen von distal durch Mesialwanderung des 2. Molaren erfolgte, führte zu dem Schluß, daß offenbar Kräfte von distal den 2. Molaren nach mesial drängen, während sie gleichzeitig den 2. Prämolaren an einer Distalwanderung hindern.

Eine solche Kraft tritt z.B. dann auf, wenn der Unterkiefer beim Schlucken aus der habituellen Okklusionsstellung in die retrudierte Kontaktposition gleitet, falls diese beiden Positionen nicht identisch sind.

Umgekehrt kann man schließen, daß diese Kraft bei Übereinstimmung der beiden Positionen nicht auftritt und damit die Schubkraft für die Mesialwanderung des 2. Molaren fehlt.

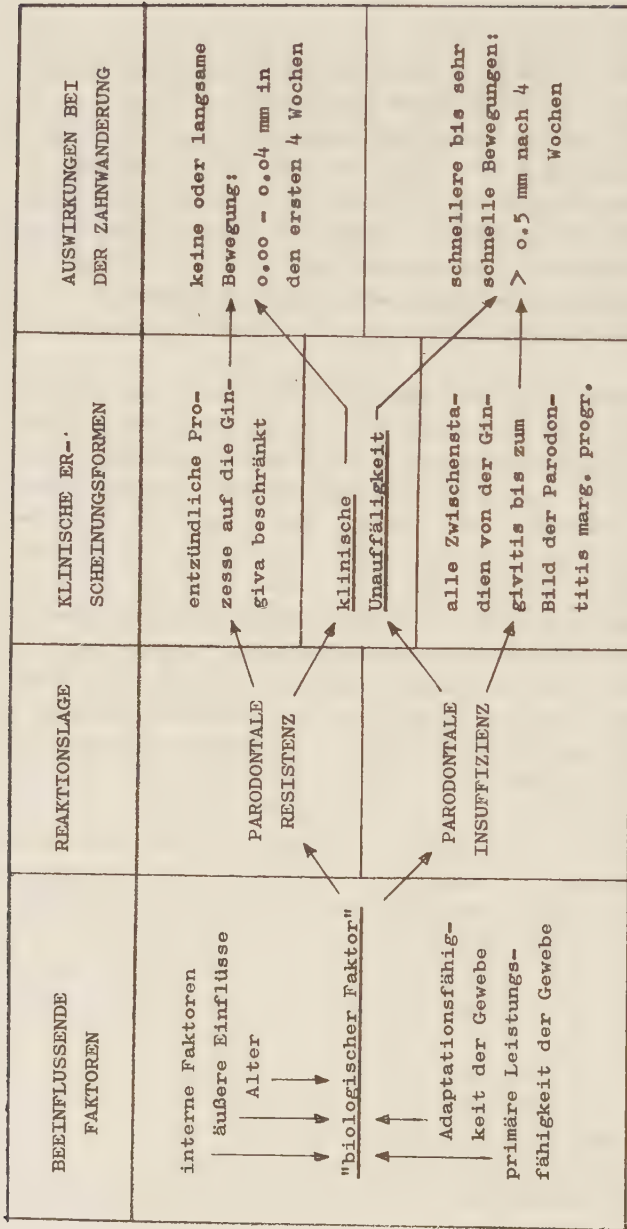
Dies wäre als Erklärung für die Fälle denkbar, in denen trotz des Vorhandenseins von Weisheitszähnen bzw. trotz parodontaler Insuffizienz keine Wanderung feststellbar ist.

Solche Schubkräfte beim Schlucken stellen u.E. auch durchaus eine Kraft im Sinne MÜHLEMANN'S (1955) dar, der vorschlägt, sich in Zukunft mehr mit den biologisch gesteuerten, zeitabhängigen physikalischen Zustandsänderungen des Parodonts auf genau bekannte Gewebebelastungen mechanischer und chemischer Art zu beschäftigen.

Auch die Feststellung BAUMES (1939), daß der Lückenschluß im Oberkiefer in weit größerem Maß durch Distalwanderung des vor der Lücke stehenden Zahnes erfolgt als dies im Unterkiefer der Fall ist, könnte mit dem vorstehend angegebenen Mechanismus - zumindest als einer beteiligten Komponente - erklärt werden: Im Oberkiefer würden diese Schubkräfte ja, umgekehrt wie im Unterkiefer, eine Fixierung des 2. Prämolaren und eine Distalwanderung des 2. Prämolaren wahrscheinlich machen.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß der klinische Aspekt des Parodontalzustandes durch die Größenordnung der Mesialbewegung des 2. Molaren nach Extraktion des 1. Molaren normalerweise bestätigt wird. Einzelne, aus dem Rahmen fallende Ergebnisse sind durch funktionelle Besonderheiten induziert. Tab. 3 zeigt nochmals die Zusammenhänge auf.

Umgekehrt kann eine Messung der Zahnbewegungen nach einer Extraktion bei ungeklärter Reaktionslage Hinweise dafür geben, ob ein klinisch unauffälliger Zahnhalteapparat tatsächlich resistent ist oder ob die klinischen Zeichen der Insuffizienz durch entsprechendes "Gebißbewußtsein" nur hintangehalten werden.



Tab. 3

Blockschema zu Untersuchungen und Ergebnissen

## VI. ZUSAMMENFASSUNG

Die Geschwindigkeit der Zahnwanderung nach Extraktion ist unterschiedlich und offenbar von der Reaktionslage des Parodontiums abhängig.

Diese klinische, von Fröhlich formulierte Erfahrung konnte durch Messungen in 55 Fällen von Extraktionen unterer Sechsjahrmolaren bestätigt und in ihren Dimensionen festgelegt werden. Geschwindigkeit und Bewegungsrichtung der lückenbenachbarten Zähne wurden durch trigonometrische Auswertung von in der Zahnreihe angelegten Meßstrecken eruiert.

Bei insuffizientem Parodontium verkleinert sich die Lücke in der 1. Woche nach Extraktion im Mittel um 0.25 mm, während der nächsten 3 Wochen nochmals um etwa 0.25 mm, nach weiteren 4 Wochen um weitere 0.20 mm.

Die mittlere Geschwindigkeit der Lückenverkleinerung nimmt umgekehrt proportional dazu ab.

Die Lückenverkleinerung erfolgt in den ersten Wochen ausschließlich durch Mesialbewegung des 2. Molaren.

Distal des 2. Molaren vorhandene Weisheitszähne verdoppeln in 70 % der untersuchten Fälle die Lückenschlußgeschwindigkeit.

Diese Mittelwerte werden durch funktionelle Einflüsse nach oben oder unten hin verändert.

Bei prodontal resistent einzustufenden Fällen beträgt die Lückenverkleinerung im Mittel nach 1 Woche 0.02 mm, nach weiteren 3 Wochen 0.04 mm, nach 8 Wochen etwa 0.06 mm.

In einer überwiegenden Anzahl von Fällen ist hier jedoch die Lückenverkleinerung gleich null, so daß der Schluß naheliegt,

daß es sich in den Fällen mit geringfügiger Lückenverkleinerung nur um eine Rückstellung der bei der Extraktion aufgedehnten Zahnreihe in die okklusal fixierte Ausgangsstellung handelt.

Sind Weisheitszähne an der Lückenverkleinerung beteiligt, dann treten hier Werte auf, wie sie im parodontal insuffizienten Gebiß ohne 3. Molaren die Regel sind.

In Einzelfällen zeigt sich die Unzulänglichkeit der klinischen Beurteilung: Die Lücke verkleinert sich trotz klinischer Unauffälligkeit des Parodontiums mit einer Geschwindigkeit, die den Beweis für eine tatsächlich vorhandene Insuffizienz erbringt.

Hier zeigt sich aber auch ein praktischer Wert der Methode: kann man doch durch die Beobachtung einer neu entstandenen Lücke über wenige Wochen eine klinisch gestellte Diagnose fundiert erhärten oder auch widerlegen.

## VII. SCHRIFTTUM

1. Baume, L.J.                      Auswirkung der Extraktion von  
Zähnen auf das deforme Gebiß.  
Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 49,  
295 (1939); 50, 45 (1940)
  
2. Baume, L.J.                      Was muß jeder Praktiker über die  
orthodontische und prophylaktische  
Extraktionstherapie wissen?  
Z. zahnärztl. Orthop. 35, 27 (1943)  
in: Zahnärztl. Rdsch. 52, H.24/25 (1943)
  
3. Bimler, H.P.                      Fernröntgenstudien über Zahnwande-  
rungen während der Gebißentwicklung.  
Fortschr. Kieferorthop. 20, 119 (1958)
  
4. Bredy, E. und                      Spätergebnisse nach kieferorthop.  
Jungto, H.                              Extraktionstherapie.  
Fortschr. Kieferorthop. 31, 367 (1970)
  
5. Eichner, K.                        Untersuchungen zur Frage der Sechs-  
jahrmolarenextraktion und Folgerungen  
für die prothetische Versorgung.  
Dtsch. zahnärztl. Z. 14, 309 (1959)
  
6. Eichner, K.                        Untersuchungen zu den Früh- und Spät-  
folgen der Extraktion von Sechsjahr-  
Molaren.  
Dtsch. zahnärztl. Z. 21, 363 (1966)
  
7. Fröhlich, E.                        Gewebsveränderungen im Lückengebiß  
bei parodontaler Insuffizienz und  
Resistenz.  
Dtsch. zahnärztl. Z. 14, 448 (1959)

8. Fröhlich, E. und Körber, E. Die Planung der prothetischen Versorgung des Lückengebisses.  
Carl Hanser Verlag, München 1970
9. Fuhr, K. Die Indikation für den Kronenersatz und für den Verschluß kleiner Lücken.  
Zahnärztl. Welt/Reform 64, 354 (1963)
10. Godt, H. und Greve, R. Über die Folgen einer frühen Entfernung des unteren Sechsjahr-Molaren.  
Dtsch. zahnärztl. Z. 20, 321 (1965)
11. Lietzmann, J. Eine Methode zur Quantifizierung lokaler Reize auf das marginale Parodontium.  
Med. Diss. Erlangen 1973
12. Mühlemann, H.R. Die physiologische und pathologische Zahnbeweglichkeit.  
Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 61, 1 (1951)
13. Mühlemann, H.R. Tooth Mobility. The Measuring Method, Initial and Secondary Tooth Mobility.  
J. Periodont. 25, 22 (1954)
14. Mühlemann, H.R. und Zander, H.A. The Mechanism of Tooth Mobility.  
J. Periodont. 25, 128 (1954)
15. Mühlemann, H.R., Wartmann, P. und Marthaler, T.M. Zahnbeweglichkeit, intraalveoläre Wurzellänge, biologischer Faktor.  
Parodontologie 9, 24 (1955)
16. Mühlemann, H.R. und Fehr, C. Zur Beurteilung des Parodonts vermittels Zahnbeweglichkeitsmessungen.  
Dtsch. zahnärztl. Z. 11, 634 (1956)



Herrn Prof. Dr. A. Kröncke sei an dieser Stelle für seine stete Hilfe und sein freundliches Verständnis herzlich gedankt.

Herrn Wolfgang Treu danke ich für die Hilfestellung bei der mathematischen Bearbeitung und der Erstellung des Computerprogrammes.

## LEBENS LAUF

Am 5. August 1949 wurde ich als Sohn des Büttnermeisters Alois Präsl und seiner Ehefrau Anna, geb. Rettinger in Kaltenbrunn/Opf., Kreis Neustadt/Waldnaab, geboren.

Von 1955 bis 1959 besuchte ich die Volksschule in Nürnberg-Laufamholz. Ab September 1959 war ich Schüler des Willstätter-Gymnasiums in Nürnberg, wo ich im Juli 1968 auch die Reifeprüfung ablegte.

Im Wintersemester 1968/69 begann ich das Studium der Zahnmedizin an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, das ich am 8. November 1973 nach dem 10. Fachsemester mit dem Staatsexamen abschloß.

Am 16. November 1973 erhielt ich die Bestallung als Zahnarzt.

Anschließend war ich als Assistenzzahnarzt in freier Praxis tätig.









**Offsetdruck-Fotodruck**

J. Hogl, 8520 Erlangen, Hauptstr. 109 (Nähe Martin-Luther-Platz) Tel. 22990